

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2005年2月17日 (17.02.2005)

PCT

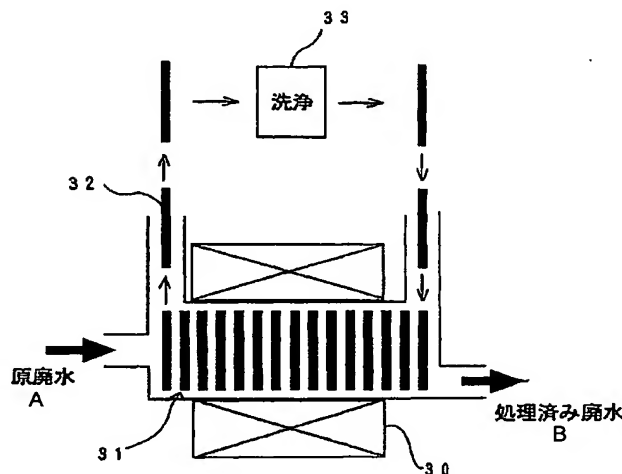
(10) 国際公開番号
WO 2005/014486 A1

- (51) 国際特許分類⁷: C02F 1/28, 3/08, B03C 1/00, 1/02, B01D 35/06
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2004/011586
- (22) 国際出願日: 2004年8月5日 (05.08.2004)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2003-288440 2003年8月7日 (07.08.2003) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 仁木工芸株式会社 (NIKI GLASS CO., LTD.) [JP/JP]; 〒592-0002 大阪府 高石市 羽衣5丁目1番8号 Osaka (JP). 株式会社辰巳エアーエンジニアリング (TATSUMI AIR ENGINEERING, LTD.) [JP/JP]; 〒578-0921 大阪府 東大阪市 水走2丁目1番15号 Osaka (JP). 二葉商事株式会社 (FUTABA SHOJI CO., LTD.) [JP/JP]; 〒541-0056 大阪府 大阪市 中央区久太郎町1丁目6番12号 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 仁木 丈文 (NIKI, Takefumi) [JP/JP]; 〒592-0002 大阪府 高石市 羽衣5丁目1番8号 仁木工芸株式会社内 Osaka (JP). 野田 泰廣 (NODA, Yasuhiro) [JP/JP]; 〒578-0921 大阪府 東大阪市 水走2丁目1番15号 株式会社辰巳エアーエンジニアリング内 Osaka (JP). 福西 達男 (FUKUNISHI, Tatsuo) [JP/JP]; 〒541-0056 大阪府 大阪市 中央区久太郎町1丁目6番12号 二葉商事株式会社内 Osaka (JP).

[続葉有]

(54) Title: WASTE WATER TREATMENT SYSTEM BY SUPERCONDUCTIVE MAGNETIC SEPARATION

(54) 発明の名称: 超伝導磁気分離による廃水処理システム



33...WASHING
A...RAW WASTE WATER
B...TREATED WASTE WATER

(57) Abstract: A waste water treatment system using a superconductive magnetic separator capable of efficiently washing a magnetic filter. The laminated magnetic filter formed by detachably laminating unit magnetic filters is installed in the bore of a superconductive magnet, and the overall length of the laminated magnetic filter is made at least equal to or longer than the longitudinal length of the superconductive magnet. During the excitation of the superconductive magnet, the unit magnetic filters are removed from the upstream side (sewage side) of the laminated magnetic filter by pushing the unit magnetic filters to the downstream side (fresh water side) thereof, and after washing, returned again to the downstream side.

(57) 要約: 本発明は、磁気フィルターの洗浄を効率よく行うことができる超伝導磁気分離装置を用いた廃水処理システムを提供することを目的としており、単位磁気フィルターを着脱自在に積層して構成した積層磁気フィルターを超伝導磁石のボア内に備え、この積層磁気フィルターの全長を少なくとも超伝導磁石の長手方向の長さ以上にする。超伝導磁石の励磁

[続葉有]



(74) 代理人: 川原田 一穂 (KAWARADA, Kazuho); 〒106-0042 東京都港区麻布狸穴町6番地の5 川原田ビル2階 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明細書

超伝導磁気分離による廃水処理システム

技術分野

本発明は、超伝導磁気分離による廃水処理システムに係り、特にソレノイド型の超伝導磁気分離装置を利用して廃水を浄化する廃水処理システムに関する。ここで、本発明の「廃水処理」は、浄水場での高度（すなわち浄化レベルの高い）処理、地下水・河川水・海水等の高度処理なども含む。また、本明細書及び特許請求の範囲における「廃水」なる用語は、各種の工場、実験施設、研究所、学校、家庭などからの廃水又は排水のみならず、地下水、河川水、浄水場・下水場の処理水、海水なども含み、広く「分離すべき物質を含んだ水」という意味で用いられる。

背景技術

各種工場からの廃水には、環境保護・資源再利用の観点から、廃水から分離すべき物質（以下「被分離物質」という）が種々含まれている。例えば、再生紙製造工場からの廃水には、古紙等の中に含まれる染料・顔料、接着剤等の有機成分や通常の廃水処理の際に添加される凝集剤など多くの被分離物質が含まれている。これらの物質は、COD（化学的酸素要求量）を上昇させる原因物質であり、環境保護のためにその排出が近年厳しく規制されるようになってきた。また、CODの指標だけでなく、BOD（生物的酸素要求量）やTOC（全有機炭素）などの指標についても、同様に環境保全の観点からそれらの指標を上昇させる原因物質の排出は規制されるべきものである。

従来の廃水処理は、凝集剤を利用した通常の処理の後に、活性汚泥を利用した生物処理を行うものである。すなわち、廃水中に含まれる有機物を様々な種類のバクテリアや生物の集合体（活性汚泥）を用いて分解して排水していた。

なお、本出願に係る発明に関連する先行技術文献としては例えば以下のものがある。

発明の開示

(発明が解決しようとする課題)

従来の活性汚泥による生物処理では、生物の処理速度が遅いことに起因して大規模な設備と広大な設置面積を必要とし、また、活性汚泥を効率的に機能させるための条件管理に高度の熟練を要するという問題があった。

従って、本発明の目的は、活性汚泥による廃水処理に伴う上記問題を解消し、低コスト、省スペース、高効率、高速かつ高度処理を実現する廃水処理システムを提供することである。

また、従来の汎用の超伝導磁気分離装置は、磁気フィルターの洗浄のため、一旦超伝導磁石を停止して磁気フィルターを逆洗するか、又は取り出して洗浄して再装着し、その後再励磁を行っていたので、時間、経済及び操作上非常に効率が悪かった。

よって、本発明の別の目的は、磁気フィルターの洗浄を効率よく行うことができる超伝導磁気分離装置を用いた廃水処理システムを提供することである。

(課題を解決するための手段)

上記の問題点を解決するため、本発明は、被分離物質に磁性を付与して、ソレノイド型の超伝導磁気分離装置により廃水から分離する廃水処理システムにおいて、磁性の与えられた多孔質体、活性炭又は担体を収着剤として用い、被分離物質を収着させることにより被分離物質に磁性を付与するようにした。

また、本発明の廃水処理システムにおいて用いられる超伝導磁気分離装置は、単位磁気フィルターを着脱自在に積層して全長を少なくとも超伝導磁石の長手方向の長さ以上にした積層磁気フィルターを超伝導磁石のボア内に設ける構成とし得る。このような構成において、超伝導磁石の励磁中に積層磁気フィルターの下流側（清浄水側）に単位磁気フィルターを押し込むことにより上流側（汚水側）から単位磁気フィルターを取り出し、洗浄した後に再度下流側に戻すように構成し得る。

加えて、処理槽において廃水中の被分離物質を磁性収着剤に収着させることにより担磁させると共に、この処理槽中にて磁気フィルターを洗浄して磁気フィル

ターに付着した収着剤を剥離して処理槽中に直接戻すように構成することもできる。このような構成において、収着剤として生物活性炭のような微生物の付着した担体を用いることもできる。このように微生物の付着した担体を用いて生分解を行って廃水を浄化することを「微生物固定化法による廃水処理」ともいう。

また、本発明の廃水処理システムにおいて用いられる超伝導磁気分離装置は、2つの磁気フィルターを交互に切り替えて使用すべく、超伝導磁石のボアを通過して長手方向に移動自在な連結した1対の磁気フィルターを備え、一方の磁気フィルターがボア内に位置して磁気分離している間に、もう一方の磁気フィルターをボア外にて逆洗できる構成とすることもできる。

(発明の効果)

被分離物質に磁性を付与するための磁性付与手段と、ソレノイド型の超伝導磁気分離手段とを備え、磁性の付与された被分離物質をソレノイド型超伝導磁石が発生する磁場で捕獲する廃水処理システムにおいて、磁性の与えられた多孔質体、活性炭又は担体を収着剤として用い、被分離物質を収着させることにより被分離物質に磁性を付与する構成とすることで、従来技術と比べて設備コストの大幅削減、省スペース化、簡単な操作性、処理の高速性、高効率性、高度化などが達成された。また、磁性収着剤を回収し再生して再使用することで効率、経済性が高められる。

また、単位磁気フィルターを着脱自在に積層して構成した積層磁気フィルターを超伝導磁石のボア内に設け、この積層磁気フィルターの長さを少なくとも超伝導磁石の長手方向の長さ以上にすることで、超伝導磁石が励磁中でも磁場を落とすことなく、下流側から清浄な単位磁気フィルターを押し込むことにより上流側の単位磁気フィルターを順次取り出して洗浄し、洗浄した後に下流側に戻すことが容易になる。

この原理的な説明を加えるに、本来、積層磁気フィルターの長手方向の中心は、超伝導磁石の長手方向の磁場センターに一致して位置するのが最も安定である。従って、この状態で積層磁気フィルターを長手方向に移動させようとしても磁場センターに強力に引き戻されてしまう。そこで、下流側から単位磁気フィルター

を1つ押し込むことにより積層磁気フィルターが下流側に長くなり、その長手方向の中心が下流側にずれるので、より安定な状態になるべく上流側に引き込む力が生ずるのである。その結果、上流側に単位磁気フィルターが押し出されることになり、積層磁気フィルターから取り出すことが容易になる。

さらに、積層磁気フィルターの上流側から取り出した単位磁気フィルターを処理槽中において超音波洗浄装置等で洗浄して磁性収着剤を処理槽側に直接戻す構成とすることで、収着剤を効率良く回収し再生して再利用できる。

加えて、収着剤として生物活性炭のような微生物の付着した磁性担体を用い、槽外に汚泥を取り出さず槽内に担体を閉じ込めることにより、吸着機能と生分解機能とを併用できるので、より高速かつ高度な処理が高効率、低コストで実現できる。さらに、生物活性炭の表面に付着した微生物は、活性炭表面の孔に詰まった有機物をも分解して活性炭の吸着性能を再生してくれるので、活性炭の取り替え頻度が低減される。

また、超伝導磁石のボア内で長手方向に移動自在な連結した1対の磁気フィルターを設け、一方の磁気フィルターがボア内に位置して廃水処理している間に、もう一方の磁気フィルターをボア外にて逆洗できる構成（スイッチバック型）とすることにより、磁気フィルターの切り替えに要する時間ロスなく廃水処理でき、また上流側にて単位磁気フィルターを取り出して洗浄して下流側に組み入れる機構が不要となる。また、スイッチバック型磁気フィルターは、閉鎖的な容器内に磁気フィルターを固定しているので、O-157等の細菌類や環境ホルモン等の毒性物質などを捕獲した場合には、これらを散逸させることなく容器内で必要な処理をした後に取り出すことができる。

図面の簡単な説明

以下、図面を参照して本発明を説明する。

図1は、本発明による廃水処理システムの概略図である。

図2は、本発明による廃水処理システムの別の実施態様を示す概略図である。

図3は、本発明による廃液処理システムを用いて行ったCOD上昇の原因物質の除去試験の結果を示す。

図4は、本発明による廃水処理システムで用いられる積層磁気フィルターとその単位磁気フィルターの移送・洗浄装置の概略図である。

図5は、単位磁気フィルターの概略図であり、図5(a)は正面図、図5(b)はB-B'線の断面図である。

図6は、単位磁気フィルターに付着した収着剤を処理槽中において超音波洗浄装置で剥離して槽側に直接戻す構成を示す。

図7は、本発明によるスイッチバック型の超伝導磁気分離装置の概略図である。

図8は、本発明による積層磁気フィルターを用いて行った磁気分離実験の構成説明図であり、13個の磁気フィルターセットを積層して用い(図8(a))、各磁気フィルターセットは、4つの磁気フィルターを積層したものである(図8(b))。

発明を実施するための最良の形態

本発明による廃水処理システムは、被分離物質に磁性を付与する磁性付与手段と、磁性の付与された被分離物質をソレノイド型超伝導磁石が発生する磁場で捕獲することにより被分離物質を廃水から分離する超伝導磁気分離手段とを備えている。

ソレノイド型の超伝導磁石内にて軸方向に廃水を流し、廃水中の磁性を帯びた被分離物質のみを超伝導磁石が発生する磁場により磁石ボア内の管壁等に吸着することもできる。このように磁場中に磁性物質を配置しない空芯型のソレノイド磁石を用いる磁気分離装置を「オープンフィルターシステム」とも称する。

本発明が対象とする廃水は、各種工場、例えば製紙工場、食料品工場、半導体工場、化学品工場、染色工場、メッキ工場等からの廃水が想定されるがこれらに限定されるものではなく、日常生活で生じる廃水や学校・研究所等での出る廃水など様々なものが考えられる。例えば、河川水や地下水等も廃水と考えられ、これらの廃水が下水処理場・浄水場に集められて浄化されるのであるから、浄水場における浄化処理も廃水処理に含まれる。

被分離物質としては、廃水から分離すべき種々の物質が対象となる。例えば、製紙工場や古紙製造工場などから出る廃水中に含まれる染料、顔料、接着剤、セ

ルロース、凝集剤など（COD上昇の原因物質）、半導体加工工場から出る廃液中に含まれるSiC、SiO₂などの無機物質、アオコなどの生体物質、重油、金属イオンなど様々な非磁性物質が考えられる。ただし、これらは例示であり、被分離物質を限定して解釈すべきでない。例えば、O-157細菌や環境ホルモンなども被分離物質として想定できる。

被分離物質への磁性の付与法（担磁法）は、コロイド化学的担磁法、メカノケミカルの担磁法、電気化学的担磁法などが適宜採用できる。コロイド化学的担磁法としては、例えば酸化鉄のコロイドを被分離物質にオレーションやオキシレーションによって付着させる方法、被分離物質に水酸化鉄を析出や共沈させ酸化する方法などがある。メカノケミカルの担磁法は、鉄片等の磁性物質を被分離物質に機械的に付着させる方法である。

また、予め収着剤をコロイド化学的担磁法、メカノケミカルの担磁法、電気化学的担磁法などにより担磁させておき、この収着剤に被分離物質を収着（すなわち吸着及び吸収）させることで被分離物質に磁性を付与することもできる。収着剤としては、マグネタイト、セラミック多孔質体、ゼオライト多孔質体、活性炭、プラスチック担体などが挙げられる。収着剤を多孔質体とすることで高効率の吸着・吸収が可能となる。

また、本発明の超伝導磁気分離手段は、磁気細線を磁場中に配置して高勾配磁場を発生させる構成とすることもできる（クローズドフィルター方式）。廃液中の磁性を帯びた被分離物質は、この高勾配磁場の作用により磁気細線に吸着する。このように磁場中に磁気細線を設ける構成により高勾配磁場を発生することができるので、被分離物質に作用する磁気力を強化することができ、より効率的な処理が可能となる。

磁性付与手段と磁気分離手段の間に沈殿槽を設けて沈殿した被分離物質を廃水から分離することもでき、それにより分離効率をさらに上げることができる。

また、本発明は、クローズドフィルター方式において、磁気細線等の磁性材料から構成された磁気フィルター（「単位磁気フィルター」）を着脱自在に複数個積層して少なくとも超伝導磁石の長手方向の長さ以上にした積層磁気フィルターを、超伝導磁石のボア内に設けることもできる。このような構成とすることにより、

超伝導磁石が励磁中（すなわち磁場を発生中）においても、下流側から清浄な単位磁気フィルターを1つずつ押し込むことによって、被分離物質がより多く捕獲される上流側の磁気フィルターを順に取り出し、洗浄の後に再度下流側に戻すことが容易にできる。この原理的な説明は上述した通りである。このことにより、磁気フィルターの洗浄のために磁気分離処理を中断することなく、連続処理が可能となる。

ところで、従来の超伝導磁気分離では、磁石内で捕獲した被分離物質を除去するために、励磁中の超伝導磁石を一旦減磁して被分離物質を除去した後に再度励磁していたので、非常に効率が悪かった。これは、超伝導磁石の作動中は、磁気フィルターが超伝導電磁石が作る磁場中心に強力に捕捉され、励磁中は磁気フィルターを超伝導電磁石のボア外に取り出すことが困難であったからである。このため、超伝導磁石を一旦停止して、磁気フィルターを取り出して洗浄して元に戻すか、磁石ボア内に置いたまま逆洗を行わざるをえなかった。この欠点は、本発明の上記構成により解消された。

また、本発明の廃水処理システムは、超伝導磁石の励磁中に積層フィルターの下流側から清浄な単位磁気フィルターを押し込んで積層フィルターの上流側の単位磁気フィルターを取り出し、洗浄し、再度下流側に押し込むという一連の操作を行うよう構成された移送・洗浄手段をさらに備えることもできる。洗浄には、空気吸引によりフィルター表面の付着物を吸い込む吸引洗浄法や高圧水等を当てて洗浄する噴射洗浄法や超音波洗浄法やバブル洗浄法など任意の洗浄法を適宜採用でき、これらを組み合わせて用いることもできる。

この移送・洗浄手段は、好ましくは超音波洗浄装置を処理槽中に備え、積層磁気フィルターの上流側から取り出した単位磁気フィルターを処理槽中の洗浄装置に移送し、付着した収着剤を剥離して処理槽側に直接戻す構成とすることもできる。活性炭、セラミック多孔質体、セラミックやプラスチックの担体などの収着剤を処理槽側に直接戻すことで、効率よく収着剤を回収し再生して再利用することができる。

収着剤を処理槽に直接戻す構成において、収着剤として用いる微生物の付着した担体は、活性炭表面に微生物を付けた生物活性炭を採用することもできる。生

物活性炭は、被分離物質の吸着機能だけでなく生分解機能をも有するので、処理槽中にて有機物を分解し、磁気分離と相俟って浄化性能を一層向上させ得る。加えて、生物活性炭の生分解機能により、活性炭表面の孔に詰まった有機物が分解され、活性炭が再生されるので、活性炭の取り替え頻度を少なくできる。

また、上記の積層磁気フィルターの代わりに、2つの磁気フィルターを交互に切り替えて使用すべく、連結した一对の磁気フィルターを超伝導磁石のボアを通して長手方向に移動自在とし、一方の磁気フィルターがボア内に位置して廃水処理している間、もう一方の磁気フィルターをボア外にて逆洗できる構成（「スイッチバック型」という）とすることもできる。このような構成とすることで、時間的な無駄なく効率よく廃水処理ができ、また上流側の単位磁気フィルターを取り出して洗浄し下流側に戻す移送・洗浄手段を設ける必要もない。また、スイッチバック型磁気フィルターは、閉鎖的な容器内に磁気フィルターを固定しているので、O-157等の細菌類や環境ホルモン等の毒性物質などを捕獲した場合には、これらを散逸させることなく容器内で必要な処理をした後に取り出すことができるので安全性に優れている。

（実施例）

実施例について図面を参照して説明する。

図1は、本発明による廃水処理システムの一実施例の概念図である。工場等からの廃水1がまず濾過器6で濾過されて磁性付与装置2に送られる。磁性付与装置2では、磁性を帯びた収着剤5を廃水に加えて攪拌することにより磁性収着剤5に染料・顔料や接着剤などの有機成分等（すなわち被分離物質）を収着させて磁性を付与する。なお、磁性付与装置2では、収着剤5を用いる代わりに、直接的に被分離物質をコロイド化学的担磁法やメカノケミカルの担磁法により担磁させることもできる。

次に、磁性の付与された被分離物質を含んだ廃水は、超伝導磁気分離装置3に送られ、ソレノイド型超伝導磁石が作る高磁場強度、高勾配磁場中を通過する。その際、ソレノイド型磁石の磁場中に磁気細線を配置しないオープンフィルターシステムでは、磁性を帯びた被分離物質は磁石ボア内の管壁等に付着する。また、

磁場中に磁気細線を設けたクローズドフィルターシステムでは、磁性を帯びた被分離物質は磁気細線に付着する。このようにして分離した被分離物質 4 のうち、磁性収着剤 5 は回収し再生して再利用し、残りは廃棄する。一方、分離した水は下水に排水又はリサイクルする。

図 2 は、本発明による別の実施例を示し、磁性付与装置 2 と磁気分離装置 3 との間に沈殿槽 7 を設けた点が図 1 の実施例とは異なる。沈殿槽 7 では、被分離物質を沈殿させることにより水と被分離物質との分離を行う。

図 3 は、廃水における COD 上昇の原因物質の除去試験を本発明の廃水処理システムで行った結果を示す。原廃液中の COD 成分は約 150 mg/l であり、前段の濾過器による一次分離（図 1 の 6 に相当）後には約 70 mg/l になり、担磁後の沈殿槽による二次分離後（図 2 の 7 の後）には約 40 mg/l になり、磁気分離後（図 2 の 3 の後）には約 20 mg/l となっており、本発明による廃水処理システムの良好な除去性能を示している。

図 4 は、本発明の廃水処理システムで用いられる積層磁気フィルター 31 と、その積層磁気フィルター 31 を構成する単位磁気フィルター 32 の洗浄の様子を示す。積層磁気フィルター 31 は、複数の単位磁気フィルター 32 を着脱自在に積層して構成し、その全長は少なくとも超伝導磁石 30 の長手方向の長さ以上にする。後に詳細に説明するように、積層磁気フィルター 31 は、廃水の流入側（上流側）ほど被分離物質を多く捕獲するので、下流側に単位磁気フィルター 32 を押し込むことによって上流側の単位磁気フィルター 32 を順次取り出して洗浄し、下流側に戻してやる。上流側にて単位磁気フィルター 32 を取り出す際には、例えば磁石の長手方向に垂直な方向に押し上げる。洗浄は、バブル洗浄や超音波洗浄や噴射洗浄や吸引洗浄など適宜使用でき、またこれらを適宜組合せて洗浄することもできる。

また、積層磁気フィルター 31 の全長を超伝導磁石 30 の長手方向の長さよりも長くすることで、超伝導磁石 30 が励磁中でも、下流側から清浄な単位磁気フィルター 32 を押し込むことにより上流側の単位磁気フィルター 32 を順次取り出して洗浄し、洗浄した後に下流側に戻すことが容易になる。これは、積層磁気フィルターの長手方向の中心が、超伝導磁石の長手方向の磁場センターに一致し

て位置するのが最も安定であるという性質を利用したものである。すなわち、下流側から単位磁気フィルターを1つ押し込むことにより積層磁気フィルターが下流側に長くなり、その長手方向の中心が下流側にずれるので、より安定な状態になろうとして上流側に引き込まれるのである。その結果、上流側に単位磁気フィルターが押し出されることになり、積層磁気フィルターから取り出すことが容易になる。

図5は、積層磁気フィルター31を構成する単位磁気フィルター32の一例である。磁性材からなる金網34をフィルターケース50に張り、必要に応じてサポート35で支持した構成をなす。金網34のメッシュ粗さ、フィルターの径、厚さなどは処理対象、処理能力などを考慮して適宜選択し得る。金網は張り替え可能な構造とすることもでき、また重ね張りすることもできる。

また、金網34のような磁性材は、磁場中では磁力線の方角に沿って配置させようとする磁気力が働くので、単独の単位磁気フィルターをソレノイド磁石のボア中に配置すると、軸方向に横倒しにする力が作用する。そのため、連続的に積層した単位磁気フィルター32間に隙間があると、単位磁気フィルターを横倒しにする力が作用し、密接な積層が妨げられる危険性がある。このことを防止するためには、フィルターケース50を磁性体にするか、又は磁性体の棒を軸方向に適所に適量だけフィルターケース50に取り付けて軸方向の安定性を増すとよい。

図6は、本発明による積層磁気フィルター31を用いた廃水処理システムにおいて、処理槽51中において活性炭や多孔質体などの収着剤37を超音波洗浄装置36により単位磁気フィルター32から剥離して槽中に直接戻す構成（「収着剤保持型磁気フィルターシステム」という）を示す。収着剤37を処理槽51側に直接戻すことにより、例えば処理槽51の底部に溜まった収着剤37を回収し、再生させて再利用することが容易になる。

この構成において、収着剤として生物活性炭を用いると、活性炭のもつ吸着機能と、活性炭粒子表面に形成した微生物膜による生分解機能の両方を利用して水の浄化を行うことができるので、少量の活性炭で効率的に有機物を除去できる。活性炭表面の孔に詰まった有機物も生分解されて活性炭が再生されるので、活性

炭の交換頻度が低減される（例えば３年に１回程度）。このように、本発明による積層磁気フィルターを用いた磁気分離と生物活性炭による生分解を組み合わせた処理法を「磁気分離型生物活性炭処理法」ともいう。

一方、通常の生物活性炭処理法では、生物処理槽中の活性炭の流出を防ぐために処理速度（流速）をあまり大きくできない。これに対して、本発明による磁気分離型生物活性炭処理法では、生物処理槽からの浄水の出口に磁気分離装置を設けることにより、ほぼ１０～２０ｃｍ／秒の流速の処理能力が実現できる。処理槽の大きさは、水の処理槽内での滞留時間が１０分程度となるような大きさとする。よって、本発明による磁気分離型生物活性炭処理法は、通常の生物活性炭処理法に比べて大幅な処理速度の向上、装置サイズの小型化（例えば従来装置に比べ数十分の一程度）及び低価格化が実現できる。

図７は、本発明によるスイッチバック型の磁気分離装置を示す。非磁性又は弱磁性の管状容器３９が仕切板４３により中央で仕切られ、２つのチャンバー４４、４５を形成している。各チャンバー４４、４５では、分離壁４２により往路部４０と復路部４１とが形成される。往路部４０にはそれぞれ磁気フィルター３８が設けられる。磁気フィルター３８の構造は、単位磁気フィルターを積層した積層型の磁気フィルターや一体構成型の磁気フィルターなどが適宜採用できる。管状容器３９全体は、適当な駆動手段（図示せず）により超伝導磁石３０のボア中を矢印Ａで示す長手方向に移動させることができる。各チャンバー４４、４５は、原廃水の流入口と処理済み廃水の流出口とを備え、流入口から入った廃水は、往路部４０に配置された磁気フィルター３８により濾過され、復路部４１を通過して流出口から出る。適当なバルブ（図示せず）操作により、一方のチャンバーへの原廃水の流入を止め、もう一方のチャンバーに流入させることができる。また、チャンバーを磁場外に出した後に、適当なバルブ（図示せず）操作により、流出口から洗浄水を入れ、復路部４１を介して往路部４０の磁気フィルター３８を逆洗し、洗浄後の汚泥水を流入口から排出することもできる。磁気フィルター３８の近くには、洗浄能力を高めるバブリングエアの供給管が設けられている。

スイッチバック型の磁気分離装置では、使用中の磁気フィルターを洗浄する必要が生じたら、駆動手段により磁気フィルターを収容した容器３９ごと移動させ、

超伝導磁石 30 から引き出し、もう一方の磁気フィルターを超伝導磁石のボア中に設置して濾過を行う。その間に、使用した方の磁気フィルターの逆洗を行う。このように、2つの磁気フィルターを交互に切り替えて使用することができ、一方の磁気フィルターを用いて濾過を行っている間に、他方の磁気フィルターの洗浄を行うことができるので効率的である。また、磁気フィルター自体は閉鎖的な容器内に設けられているので、O-157等の細菌類や環境ホルモン等の毒性のある物質などをフィルターで捕獲した場合には、必要な処理を行ってから取り出すことができる。

図8は、本発明による積層磁気フィルターを用いて行った磁気分離実験の構成を示す。図8(a)に示すように、13個の磁気フィルターセット46（流入側から順に(1), (2), ..., (13)で示す）を積層して積層磁気フィルター31を構成している。各々の磁気フィルターセット46は、図8(b)に示すように、4枚の磁気フィルター47から構成され、各磁気フィルター47の間には幅1cmのスペーサ48が設けられている。

(実験1)

超伝導磁石30により3Tの磁場を発生させ、上流側からマグネタイト（イセタイト）50g混入した水10リットル（すなわち5重量%の濃度）を流速800トン/日（8cm/秒）にて流して濾過した。濾過した後に、磁場を落として磁気フィルターカセットをそっと取り出してカセットに付着したマグネタイトの量を測定した。結果を表1に示す。表1から分かるように、上流側の磁気フィルターカセットほど多くのマグネタイトを捕獲しており、カセット(1)と(2)でほぼ7割のマグネタイトを回収できた。

表 1

カセット	捕獲マグネタイト (g)	比率 (%)
(1)	18.3456	36.7
(2)	17.4468	34.9
(3)	3.2045	6.4
(4)	1.3614	2.7
(5)	0.6354	1.3
(6)	0.3211	0.6
(7)	0.1432	0.3
(8)	0.0933	0.2
(9)	0.0710	0.1
(10)	0.0530	0.1
(11)	0.0359	0.1
(12)	0.0204	0.0
(13)	0	0.0
(計)	41.7599	83.5

(実験 2)

実験 1 と同様に、超伝導磁石により 3 T の磁場を発生させ、マグネタイト含有水を流して濾過した。濾過後に、磁場を落とさずに下流側からカセットを 1 つずつ計 7 個入れ、上流側のカセット (1)～(7) を取り出し、マグネタイトの量を測定した。結果を表 2 に示す。表 2 から分かるように、カセット (1)～(7) でのマグネタイトの捕獲量は、実験 1 とほぼ同じであり、上流側のカセット (1) と (2) でほぼ 7 割のマグネタイトが回収できた。この結果から、超伝導磁石の励磁中で

も、磁性カセットに吸着したマグネタイトが離れて超伝導磁石の方に付着することなく良好に取り出せることが確認できた。

表 2

カセット	捕獲マグネタイト (g)	比率 (%)
(1)	18.8518	37.7
(2)	18.5678	37.1
(3)	3.1032	6.2
(4)	1.3784	2.8
(5)	0.6388	1.3
(6)	0.2903	0.6
(7)	0.1609	0.3
(計)	42.9912	86.0

請求の範囲

1. 廃水中に含まれる被分離物質に磁性を付与する磁性付与手段と、磁性の付与された被分離物質をソレノイド型超伝導磁石が発生する磁場で捕獲することにより被分離物質を廃水から分離する超伝導磁気分離手段とを備えた廃水処理システムにおいて、

前記磁性付与手段が、磁性の与えられた多孔質体、活性炭又は担体を収着剤として用い、被分離物質を収着させることにより被分離物質に磁性を付与することを特徴とする廃水処理システム。

2. 廃水中に含まれる被分離物質に磁性を付与する磁性付与手段と、磁性の付与された被分離物質をソレノイド型超伝導磁石が発生する磁場で捕獲することにより被分離物質を廃水から分離する超伝導磁気分離手段とを備えた廃水処理システムにおいて、

前記超伝導磁気分離手段が、単位磁気フィルターを着脱自在に積層して構成した積層磁気フィルターを超伝導磁石のボア内に備え、この積層磁気フィルターの長さが少なくとも超伝導磁石の長手方向の長さ以上あることを特徴とする廃水処理システム。

3. 超伝導磁石の励磁中に前記積層磁気フィルターの下流側（清浄水側）に単位磁気フィルターを押し込むことにより上流側（汚水側）から単位磁気フィルターを取り出し、洗浄した後に再度下流側に戻すよう構成された移送・洗浄手段をさらに備える請求項2に記載の廃水処理システム。

4. 前記磁性付与手段が、処理槽において廃水中の被分離物質を磁性の与えられた収着剤に収着させることにより被分離物質に磁性を付与し、

前記処理槽中で前記磁気フィルターの前記洗浄を行って磁気フィルターに付着した収着剤を剥離して該処理槽中に直接戻すことを特徴とする請求項3に記載の廃水処理システム。

5. 前記収着剤が微生物の付着した担体であることを特徴とする微生物固定化法による請求項4に記載の廃水処理システム。

6. 廃水中に含まれる被分離物質に磁性を付与する磁性付与手段と、磁性の付

与された被分離物質をソレノイド型超伝導磁石が発生する磁場で捕獲することにより被分離物質を廃水から分離する超伝導磁気分離手段とを備えた廃水処理システムにおいて、

前記超伝導磁気分離手段が、超伝導磁石のボアを通して長手方向に移動自在な連結した1対の磁気フィルターを備え、移動により磁気フィルターを交互に切り替えて使用でき、一方の磁気フィルターがボア内に位置して廃水処理している間に、もう一方の磁気フィルターをボア外にて逆洗できることを特徴とする廃水処理システム。

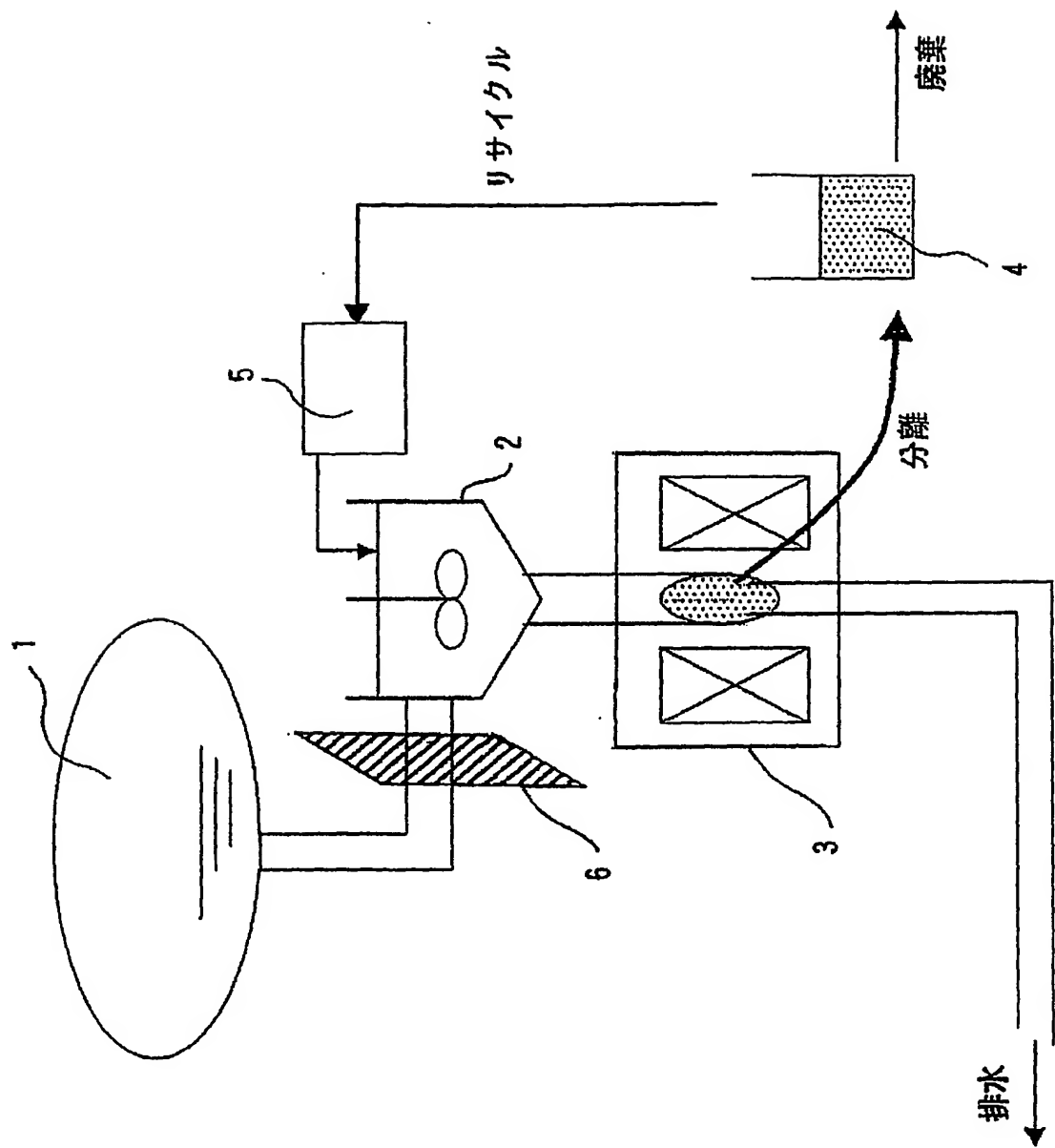


図 1

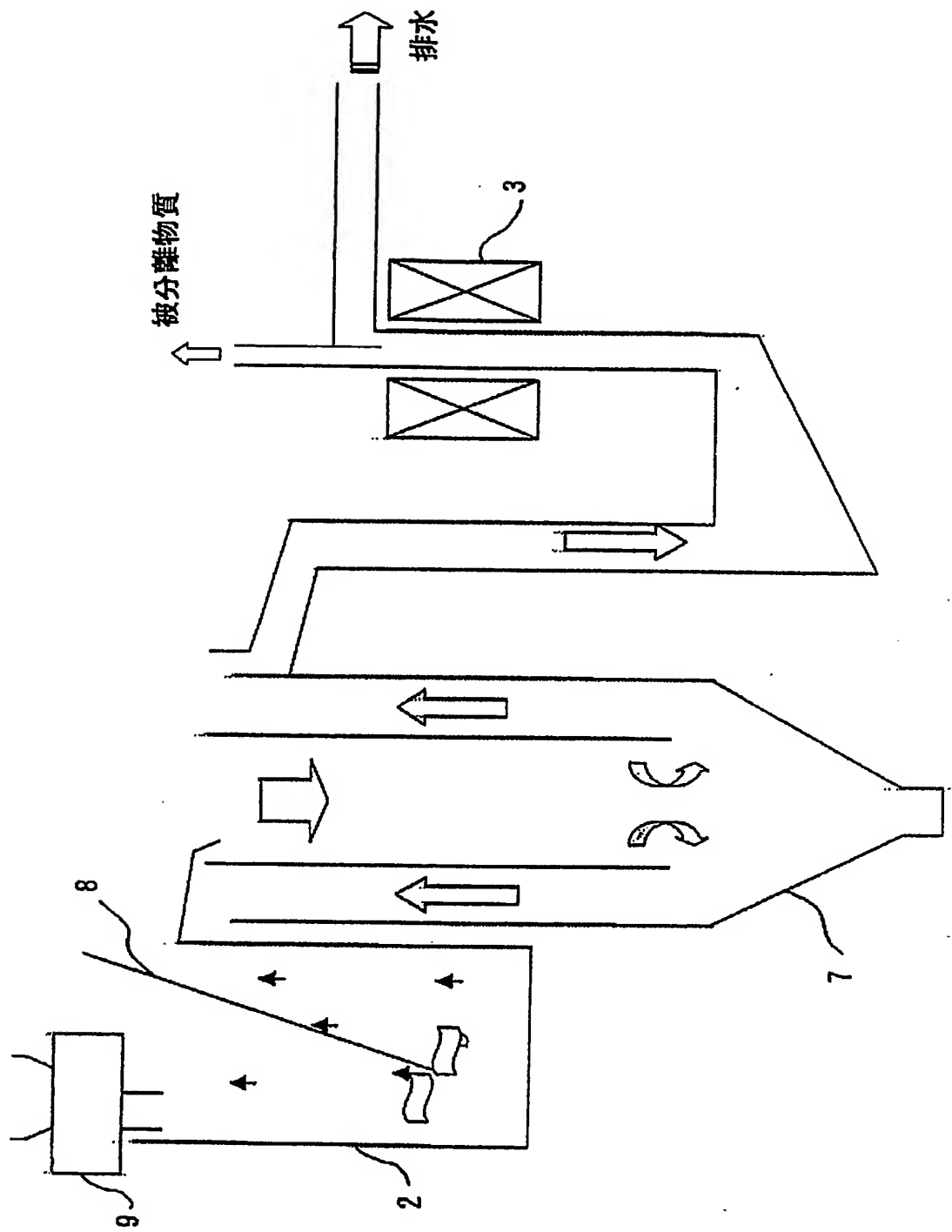


図 2

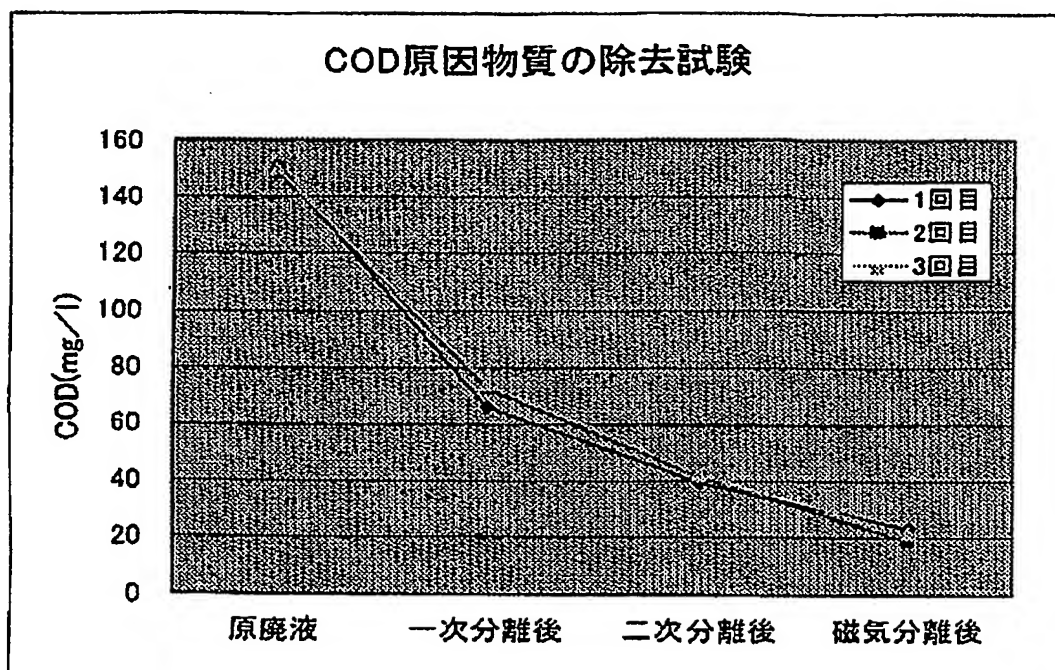


図 3

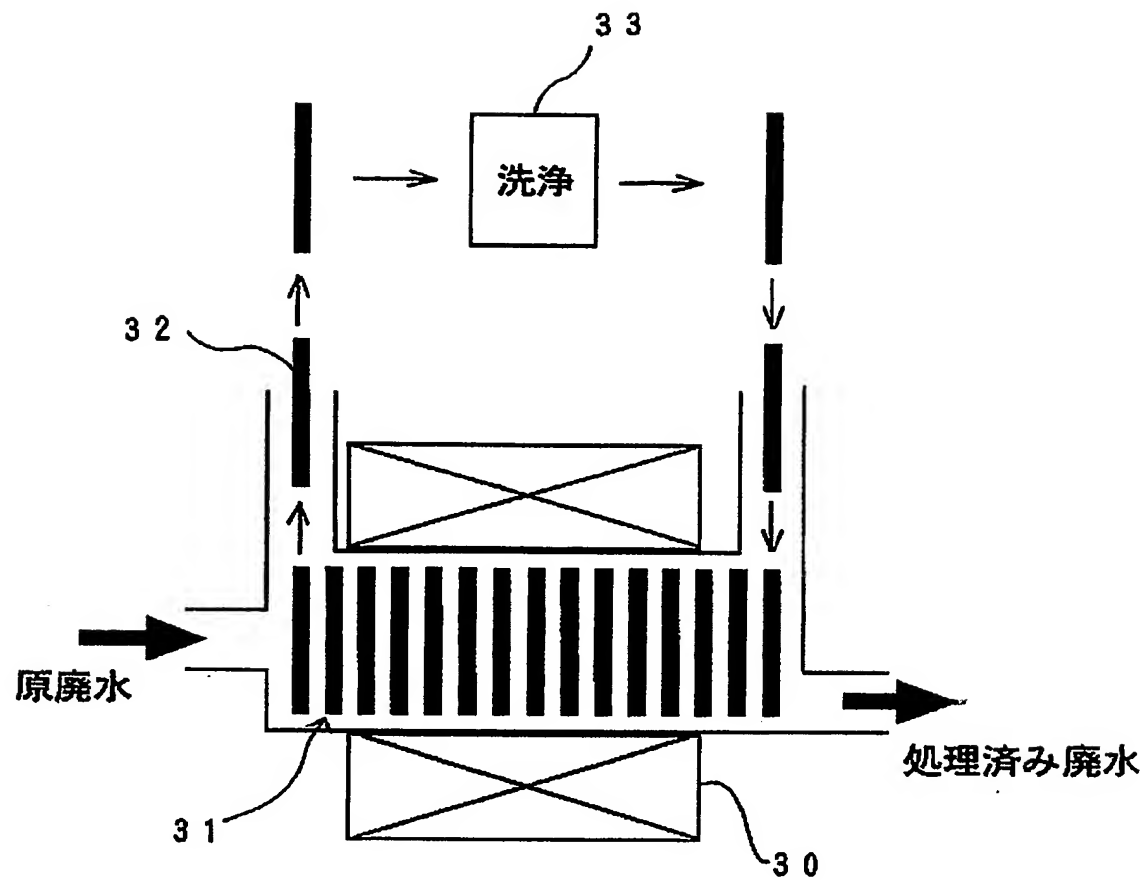


図 4

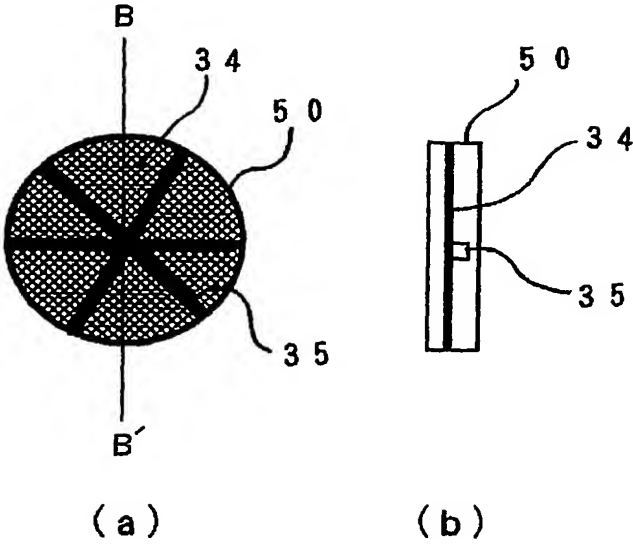


図 5

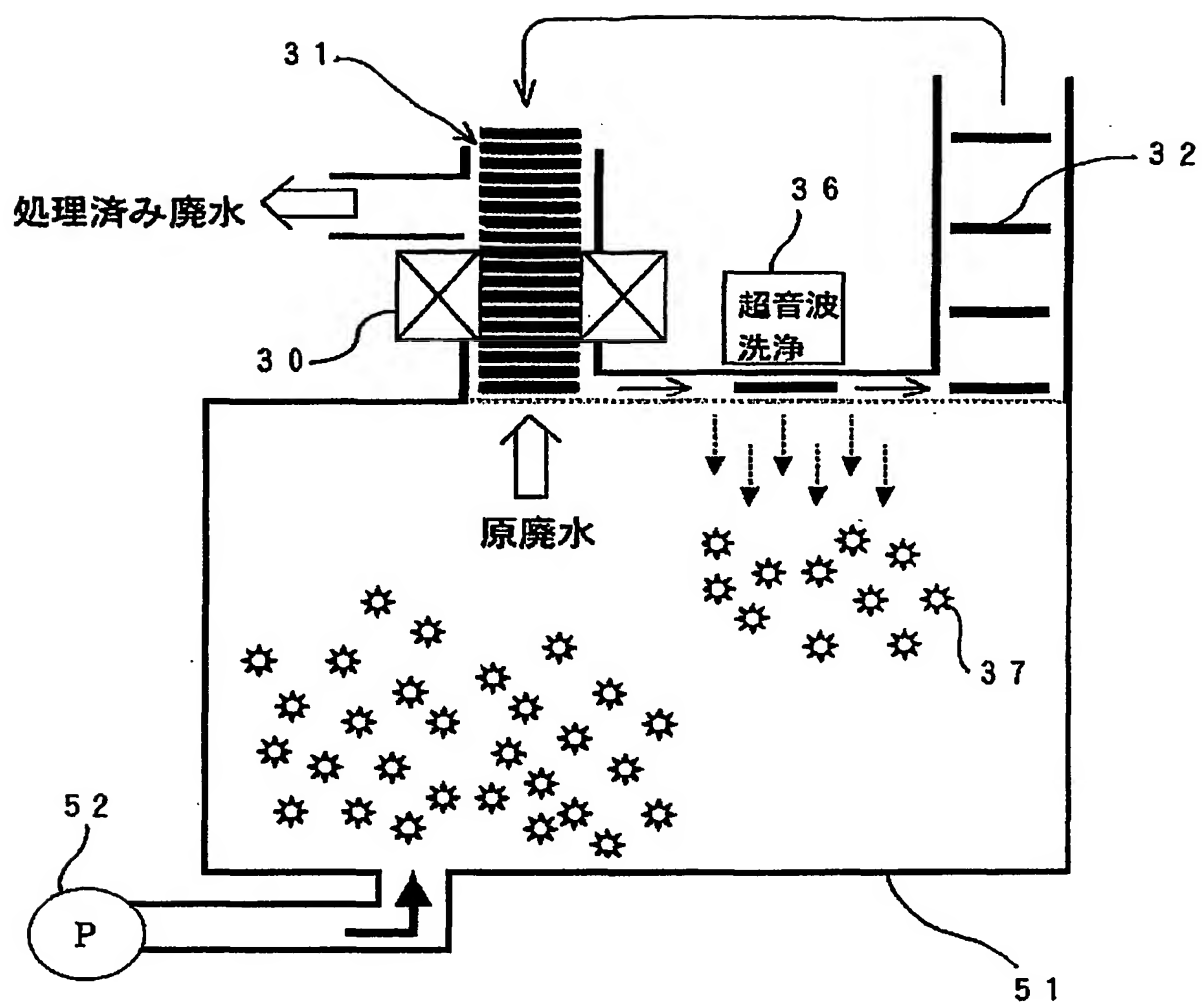


図 6

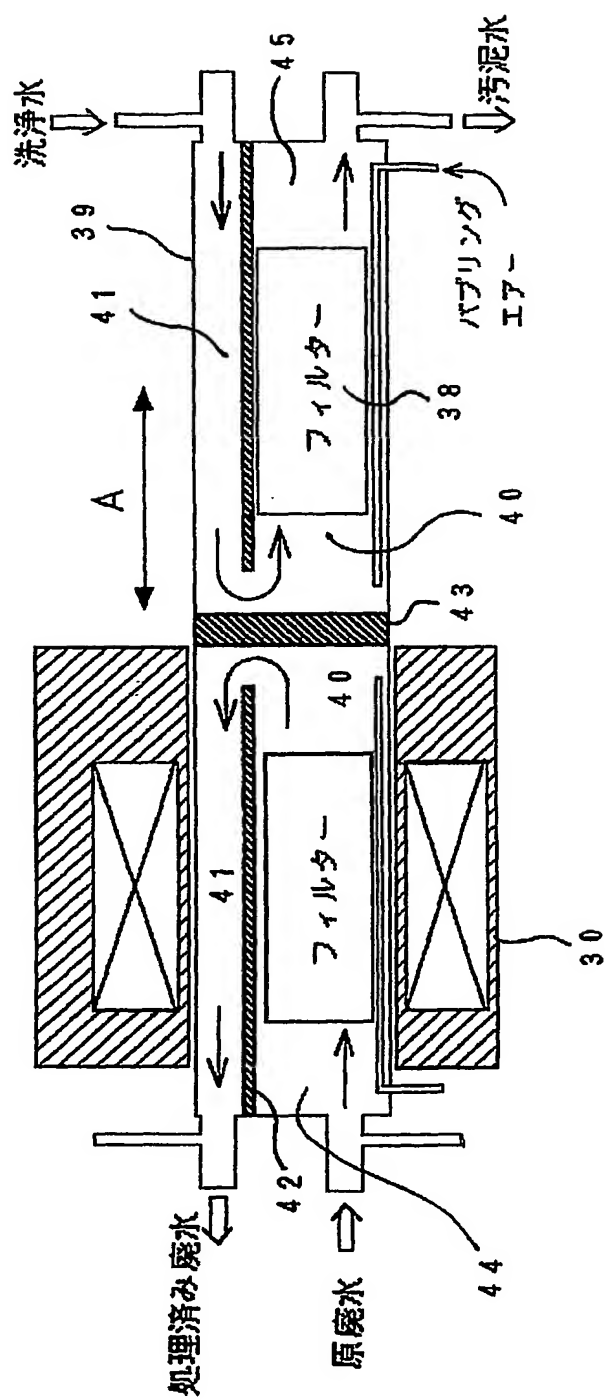
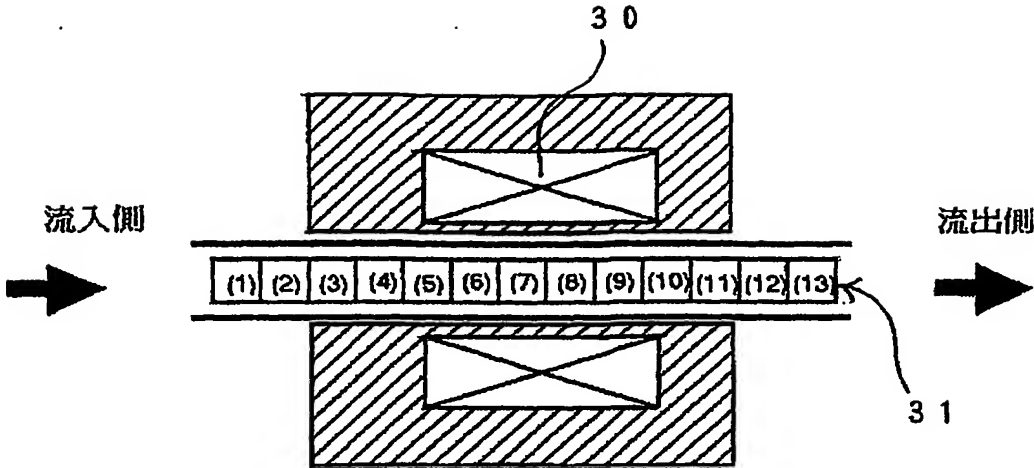
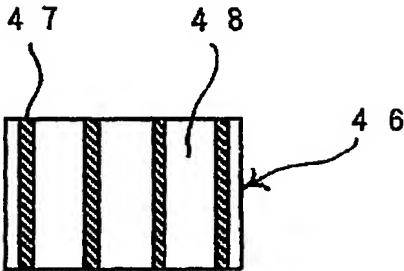


図 7



(a)



(b)

図 8

10

27 JAN 2005

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/011586

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ C02F1/28, C02F3/08, B03C1/00, B03C1/02, B01D35/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ C02F1/28, C02F3/08, B03C1/00-1/30, B01D35/06, B01D23/00-23/28, B01D29/00-29/48

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1926-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

WPIL

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 10-211428 A (Kabushiki Kaisha Aramikku), 11 August, 1998 (11.08.98), Claims; Par. Nos. [0065], [0067] (Family: none)	1, 2
Y	JP 07-108292 A (Fuji Clean Kogyo Kabushiki Kaisha), 25 April, 1995 (25.04.95), Claims (Family: none)	1, 2
Y	JP 2000-117142 A (Toshiba Corp.), 25 April, 2000 (25.04.00), Par. Nos. [0003] to [0005]; Fig. 4 (Family: none)	1, 2, 6

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
26 October, 2004 (26.10.04)Date of mailing of the international search report
09 November, 2004 (09.11.04)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/011586

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2003-001243 A (Japan Science and Technology Corp.), 07 January, 2003 (07.01.03), Par. No. [0013]; Fig. 2 (Family: none)	2
Y	JP 60-058216 A (Mitsubishi Electric Corp.), 04 April, 1985 (04.04.85), Page 3, upper right column, line 6 to page 4, upper left column, line 2; Fig. 3 (Family: none)	6
A	JP 2002-028406 A (Nippon Steel Corp.), 29 January, 2002 (29.01.02), Claims; Par. No. [0022] (Family: none)	3-5
A	JP 53-007966 A (Mitsubishi Steel Mfg. Co., Ltd.), 24 January, 1978 (24.01.78), Claims (Family: none)	3-5
A	JP 2001-300507 A (Taisei Corp.), 30 October, 2001 (30.10.01), Claims (Family: none)	3-5

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ C02F1/28, C02F3/08, B03C1/00, B03C1/02, B01D35/06

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ C02F1/28, C02F3/08, B03C1/00-1/30, B01D35/06, B01D23/00-23/28, B01D29/00-29/48

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2004年

日本国実用新案登録公報 1996-2004年

日本国登録実用新案公報 1994-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

WPIL

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 10-211428 A (株式会社アラミック) 1998. 08. 11, 特許請求の範囲, [0065], [0067] (ファミリーなし)	1, 2
Y	JP 07-108292 A (フジクリーン工業株式会社) 1995. 04. 25, 特許請求の範囲 (ファミリーなし)	1, 2
Y	JP 2000-117142 A (株式会社東芝) 2000. 04. 25, [0003]-[0005], 図4 (ファミリーなし)	1, 2, 6

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

26. 10. 2004

国際調査報告の発送日

09.11.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

斉藤光子

4D

3030

電話番号 03-3581-1101 内線 6429

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2003-001243 A (科学技術振興事業団) 2003. 01. 07, [0013], 図 2 (ファミリーなし)	2
Y	JP 60-058216 A (三菱電機株式会社) 1985. 04. 04, 第 3 頁右上欄第 6 行-第 4 頁左上欄第 2 行, 第 3 図 (ファミリーなし)	6
A	JP 2002-028406 A (新日本製鐵株式会社) 2002. 01. 29, 特許請求の範囲, [0022] (ファミリーなし)	3-5
A	JP 53-007966 A (三菱製鋼株式会社) 1978. 01. 24, 特許請求の範囲 (ファミリーなし)	3-5
A	JP 2001-300507 A (大成建設株式会社) 2001. 10. 30, 特許請求の範囲 (ファミリーなし)	3-5